

● 特別講演

心房細動に対する外科治療

—右心房隔離術と Map-guide による両心房切開術—

聖マリアンナ医科大学第三外科 池下正敏

要 約

心房細動(以下 af)に対する外科治療を 13 例に実施した。合併疾患は心房中隔欠損症, 左房血栓, 僧帽弁膜症であった。2 例には心房隔離術, 11 例には map-guided biatrial incision procedure を施行した。その結果, 特に af に対する map-guide による本手術法は必要最小限の手術侵襲で治療できる可能性が示された。

はじめに

心房細動(以下 af)は診療上経験する不整脈のうち, 頻度の高いものの一つである。af は心拍の不整による不快感など自覚症状のほかには徐脈, 頻脈またはそれ自体が血行動態に悪影響を及ぼすだけでなく, 長期的には血栓塞栓症の発生も危惧される。現在まで抗不整脈薬や抗血栓薬による治療が一般的であるが, 本邦において最近 af に対する外科的根治療法として Cox/Maze 手術¹⁾が多く行われるようになってきた。ヒトの af の機序が基本的に macroentry であることを示唆する心房マッピングの研究から Maze 手術は開発されたが²⁾, 多くの心房切開線の縫合に時間を要し, 洞結節動脈の切断による洞機能不全の発生も危惧される³⁾。今回, 基礎疾患に合併する af 症例に Maze 手術以外の手術を行い, 特に僧帽弁膜症の af 合併例に map-guide による superior extended septal incision を基本とした縮小手術を実施したので, その結果を検討し報告する。

1 対象および方法

心房中隔欠損症, 僧帽弁膜症, 左房血栓を合併する 13 例の af 症例に対し右心房隔離術(right atrial isolation procedure: RAIP)⁴⁾, および

map-guide による両心房切開術(biatrial incision procedure: BAIP)^{5,6)}を施行した。

1) BAIP を行った 11 例中 10 例に僧帽弁膜症と 1 例の左房血栓を合併した。このうち 10 例に心房マッピングを行った。心房マッピングは 32 チャンネル多点同時心電図記録装置を用い, 30 極のカード型または帯型電極にて記録した。ソフトウェアは 30 チャンネルの心房心電図 1200 ms 内の複数 intrinsic deflection を自動解析し, 複数枚の心房マップを迅速に自動表示することが可能である。この結果を参考に手術を行った。

2) 心房中隔欠損症を合併した 2 例に心房中隔欠損閉鎖術とともに RAIP を実施した。RAIP は右心耳を含む自由壁を洞結節を避けて三尖弁輪の前尖と中隔尖後連部まで, 一方この切開線を sulcus terminalis に沿って延長し右心房の下大静脈流入部にて三尖弁輪まで到達したところで, 2 ヶ所に凍結を加えた。

BAIP は右心耳を切除し, ここから右房自由壁を下大静脈方向に切開を加えた後, 心房中隔切開を上方に切開し, さらにこれを左心房の天井に沿って左心耳まで延長(superior extended septal incision)する。左房腔の良視野を得た後, 左右肺静脈を分けるように左房天井切開創から僧帽弁後尖弁輪まで縦切開または凍結を行った。その後心房マッピング所見に従い他の心房切開や凍結を加えた(Fig. 1)。

2 結 果

1) af の心房マッピング検査の結果
(Table 1)

BAIP を行った 11 例中 10 例に心房マッピン

グを実施した。左房側から記録された電位は 10 例中 9 例が 139 から 228 ms の規則正しい周期を示した (Fig. 2)。これを自動解析、表示すると、興奮伝播様式から左心耳基部、左肺静脈流入部や房室弁輪近傍が早期興奮部位となる例や 2 ヶ所に早期興奮部位をもち、これが繰り返される例があった。これらの興奮伝播は右房方向に進む傾向にあった。一方、右心房では極めて複雑な興奮伝播様式を示し、一定の規則性を認めず混沌としたものであった。他の 1 例は左房、右房側とも興奮伝播様式に規則性はなく混沌としていた。左房側の興奮伝播様式の特徴から af の機序を推定すると ectopic automaticity (ectopy) または microreentry と考えられたのは 5 例、macroreentry と考えられたのは 4 例であった。1 例は解析が困難であった。これら僧帽弁膜症に合併する af は、ectopy または macroreentry の発生する左房が driving chamber となり心房全体を overdrive し、とく

Biatrial Incision Procedure

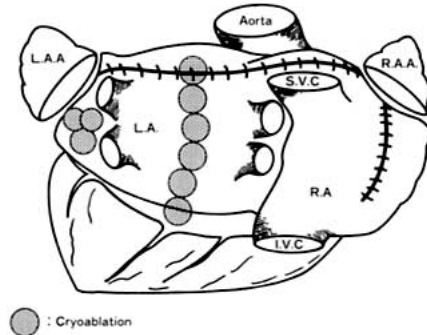


Fig. 1 A vertical posterior incision or cryosurgery are placed the center of the posterior mitral valvular annulus following superior-transseptal left atriotomy. Cryoablation and incision are applied in some patients with ectopic automaticity of the left atrium.

Table 1 Preoperative clinical characteristics and the results of atrial mapping and surgery

	RA isolation	Biatrial incision
No. of patients	2	11
Duration of af (mo)	12-48 (30)	12-144 (57.8)
Combined cardiac diseases	ASD (2)	MVD (10), LA Thrombus (1)
Combined operations	Closure of ASD (2)	MVR (6), MAP (3), OMC (1)
Atrial mapping (n=10)		
RA activation		Chaotic (10)
LA activation		Regular (9), Irregular (1)
The earliest		
Activation sites		LAA (4), PV (1), AV (1), LAA & AV (2), LAA & PV (1)
Surgical results () : %		
Successful cure of af	2 (100)	11 (100)
Postoperative brief af	1 (50)	5 (45.5)
Postoperative SSS	0	1 (9.1)
(Preoperative SSS)	0	1 (9.1)
Postoperative AV block	0	1 (9.1)
Pacemaker implantation	0	2 (18.2)

ASD : atrial septal defect, MVD : mitral valvular disease, MVR : mitral valvular replacement, MAP : mitral annuloplasty, OMC : open mitral commissurotomy, RA : right atrium, LA : left atrium, LAA : left atrial appendage, PV : pulmonary vein, AV : atrioventricular ring, SSS : sick sinus syndrome

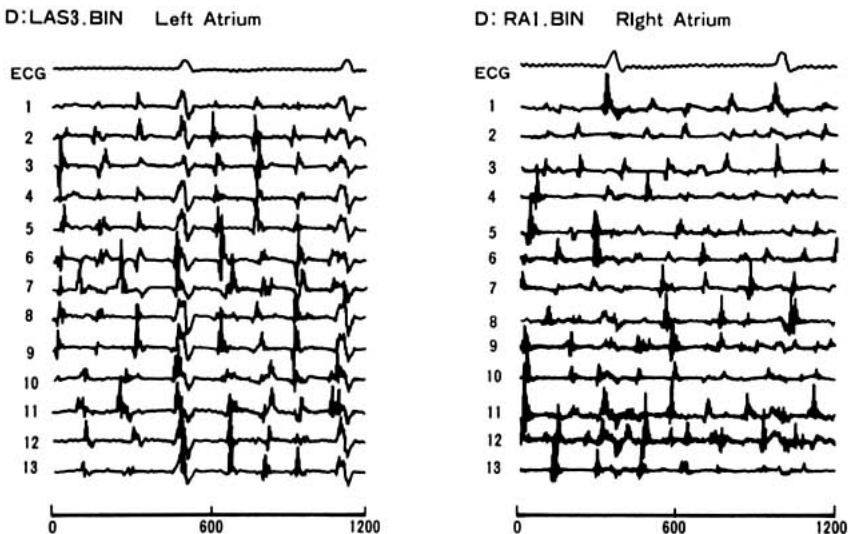


Fig. 2 The regular activities in the left atrium and the irregular activities so-called chaotic in the right atrium were found by atrial mapping in almost patients

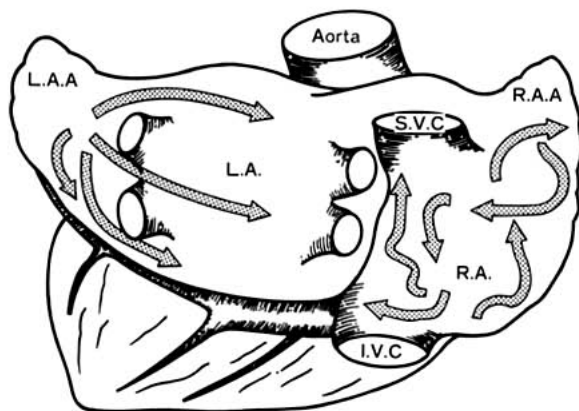


Fig. 3 The results of the atrial mapping characterized the mechanisms of ectopic automaticity and macroreentry

に不応期の長い右房には 1:1 伝導を示さず、いわゆる chaotic な状態となる症例がある可能性がそのマッピングの興奮伝導様式から推測された (Fig. 3)。

2) RAIP と BAIP の結果 (Table 1)

RAIP を行った 2 例は術後 af は消失し、隔離右房内の頻回刺激による af の誘発でも隔離

右房は af は誘発されず洞調律を維持した。隔離右房の調律は、残存心房の洞調律に影響されず、遅く規則正しい独立した調律を示した。1 例では術後早期に数分の af が発生したが長時間持続せず (Fig. 4)、洞調律に復帰した。遠隔期も同様でほとんど洞調律を維持している。

BAIP を実施した 11 例は術後全例洞調律に



Fig. 4 Although slow regular rhythm was maintained in isolated right atrium, a brief atrial fibrillation recurred transiently in the remainder of the heart following the right atrial isolation

This fact might indicate that this procedure is not enough to reduce and compartmentalize the remainder of the heart.

復帰した。長期観察中に一時的、短時間の af を経験、観察されたのは 5 例のみであった。術後 sick sinus syndrome は 1 例、完全房室ブロックは 1 例に発生し、これら 2 例 18% にペースメーカーが植え込まれた。

3 考 察

従来、af に対する外科治療としては、房室結節 His 接合部へのカテーテル電極からの直流や高周波通電、外科的に凍結を用いる His ablation、右房⁴⁾または左房隔離術⁷⁾、Corridor 手術⁸⁾が行われてきた。これらの手術法は心拍の不整のコントロールは可能であるが、心房細動自身は存在したまま AV synchrony, atrial kick を失い血行動態としてはあまり変化なく、af の重大な risk である血栓塞栓症は残存する。これに対し Cox/Maze 手術は af 自身を消失させ、洞結節を温存し洞調律を維持させることができる大きな利点がある。

af の発生機序は、電気生理学的に reentry と ectopic automaticity に大別され、心房粗動も同様である。Cox らは臨床例の af のマッピング所見から、その機序が macroreentry であり microreentry や ectopy を示唆する所見を認めなかったと報告している²⁾。著者らの心房マッピングの結果では、電極数が少なく心房全体の同時記録ができない不完全なものであるが microreentry または ectopy⁹⁾ が推定された症例

を認めたことが相違点である。特に同一例において左房側の電位は規則的周期をもつのに右房側は不規則で混沌としていたことが特徴的であった。これらは僧帽弁膜症合併例が主体であるのに対し Cox らの症例は WPW 症候群例でのマッピング所見の検討であることから、af を発生する病態の違いが発生機序に関連することも考えられる。

af の発生機序が reentry では、心筋各所の興奮伝導時間の差や有効不応期の dispersion による電気生理学的な機能的障壁（機能的障壁により reentry が発生しうる—leading circle hypothesis）や上下大静脈や肺静脈、両心耳など解剖学的障壁（anatomical obstacle）が条件となる¹⁰⁻¹²⁾。多数発生した reentry 回路の長さ（wavelength）はその部位の不応期の時間に影響され、短ければ回路は小さく、長ければ大きくなり、af の発生維持にある一定の心房筋の面積が必要となる^{13,14)}。

af に対する手術法として、その発生基盤が右心房または左心房であるならば、いずれか一方への外科的処置が可能はずである。RAIP は、その発生基盤の右房自由壁を電気生理学的、解剖学的に隔離することで不整脈を隔離右房に閉じ込めるとともに⁴⁾、心房の面積を減少させる効果がある¹⁴⁾。残された心房中隔と左心房はこの中に含まれる洞結節により洞調律が維持され

Table 2 Results of Maze procedure and other modified procedure for atrial fibrillation

	Japan	Washington University (St. Louis)
No. of cases	229	130
Patient selection		
Lone af and af with other cardiac diseases	12[3]*	108
af with ASD	21	1
af with valvular diseases	196	21
Surgical results		
Successful cure of af	191 (83.4)	127 (97.7)
Complications		
Operative deaths	3	0
(Preoperative SSS)	?	42 (32.3)
Postoperative SSS	10 (4.4)	52 (40)
Pacemaker implantation	9 (3.9)	52 (40)

* : Lone af

() : %

る。しかし、この面積では af が発生するのに十分であり、実際に RAIP を行った 1 例では Fig. 4 のように隔離右房には af の発生を認めないものの、残余心房に af の発生をみた。しかし、この例では af の長時間の維持が困難であり、短時間で洞調律に復している事実は興味深い。

筆者らは af の正確な心房マッピング解析の困難性は承知のうえで、発生機序の解明とともに単純、簡素化した手術法の開発を目標に、外科処置を加えるべき発生基盤である心房の検索のため map-guide とし、また単純な両心房への切開で心房の連続性を保ちながら分割化したので手術法を BAIP と呼称した。対象例は僧帽弁膜症合併がほとんどで、マッピング所見から負荷心房である左房側への外科処置、凍結が主となった。結果では af は消失し、術後短時間の af 発生を認める例があった。af 消失の手術効果は、その機序が ectopy, microreentry であれば map-guide に従った凍結が、reentry であれば reentry 回路の遮断、心房面積の分割化による wavelets の減少が af の維持機能に影響を与えたと説明できるかもしれない^{12,13)}。術後の短時間の af 発生は、reentry 回路となる解剖学的障

壁の完全な隔離、遮断が行われていないことが原因かもしれない。この点 Cox/Maze 手術と異なるが、自律神経の関与で術後に不応期の短縮が生じれば reentry 回路は小さくなり、両法にも af の再発は起こりうる。特に僧帽弁膜症のように肥大、拡張した左心房では、Cox/Maze 手術のようにあらかじめデザインされた切開線では心房幅は広くなり af が生じても不思議ではない。可能であれば術前 af を洞調律にもどし、測定した wavelength から切開する心房幅を決めデザインするのが理論的であろう。

現在多くの臨床例に実施されているが、1994 年金沢で開催された Annual Meeting of International Symposium for Cardiothoracic Surgery における Washington University の Dr. Ferguson との personal communication による最新の結果と筆者、三崎による本邦の全国集計を比較したのが Table 2 である。複雑な心房切開、縫合に関わる手術時間の延長、術後の組織液貯留、心房機能の有無、洞機能不全の発症など問題点が残される³⁾。

map-guided BAIP の意義は af のマッピングによる機序の解明とともに必要最小限の手術

法の開発にあり、さらに数多くの治療経験を積むとともに、この手術の最大の利点である洞調律の維持、血栓塞栓症の予防などについて長期観察によりその評価が決定されるであろう。

文 献

- 1) Cox JL : The surgical treatment of atrial fibrillation. IV. Surgical technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* **101** : 584-592, 1991
- 2) Cox JL, Canavan TE, Schuessler RB *et al* : The surgical treatment of atrial fibrillation. II. Intraoperative electrophysiologic mapping and description of the electrophysiologic basis of atrial flutter and fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* **101** : 406-426, 1991
- 3) Cox JL, Boineau JP, Schuessler RB *et al* : Five-year experience with the Maze procedure for atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg* **56** : 814-824, 1993
- 4) Harada A, D'Agostino HJ Jr, Schuessler RB *et al* : Right atrial isolation : A new surgical treatment for supraventricular tachycardia. I. Surgical technique and electrophysiologic effects. *J Thorac Cardiovasc Surg* **95** : 643-650, 1988
- 5) Berrekouw E, Ercan H, Schonberger JP : Combined superior-transseptal approach to the left atrium. *Ann Thorac Surg* **51** : 293-295, 1991
- 6) Hioki M, Ikeshita M, Iedokoro Y *et al* : Successful combined operation for mitral stenosis and atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* **55** : 776-778, 1993
- 7) Williams JM, Ungerleider RM, Lofland GK *et al* : Left atrial isolation : A new technique for the treatment of supra-ventricular arrhythmias. *J Thorac Cardiovasc Surg* **80** : 373-380, 1980
- 8) van Hemel HM, Defauw JJ, Kingma JH *et al* : Long-term results of the corridor operation for atrial fibrillation. *Br Heart J* **71** : 170-176, 1994
- 9) Haissaguerre M, Marcus FI, Fischer B *et al* : Radiofrequency catheter ablation in unusual mechanisms of atrial fibrillation : Report of three cases. *J Cardiovasc Electrophysiol* **5** : 743-751, 1994
- 10) Boineau JP, Schuessler RB, Mooney CR *et al* : Natural and evoked atrial flutter due to circus movement in dogs ; Role of abnormal atrial pathways, slow conduction, nonuniform refractory period distribution and premature beats. *Am J Cardiol* **45** : 1167-1181, 1980
- 11) Frame LH, Page RL, Boyden PA *et al* : Circus movement in the canine atrium around the tricuspid ring during experimental atrial flutter and during reentry *in vitro*. *Circulation* **76** : 1155-1175, 1987
- 12) Allesie MA, Lammers WJEP, Bonke FIM *et al* : Experimental evaluation of Moe's multiple wavelets hypothesis of atrial fibrillation. Zipes DP, Jalife J ed, Cardiac electrophysiology and arrhythmias. p 265-275, Grune & Stratton, Orlando, Florida, 1985
- 13) Rensma PL, Allesie MA, Lammers WJEP *et al* : Length of excitation wave and susceptibility to reentrant atrial arrhythmias in normal conscious dogs. *Circ Res* **62** : 395-410, 1988
- 14) West TC, Landa JF : Minimal mass required for induction of a sustained arrhythmia in isolated atrial segments. *Am J Physiol* **202** : 232-236, 1962

**Clinical Experiences of Surgical Treatment
for the Patients with Atrial Fibrillation-
Right Atrial Isolation Procedure
and Map-guided Biatrial Incision Procedure**

Masatoshi Ikeshita

The Third Department of Surgery, St. Marianna University School of Medicine

Key words : Atrial fibrillation, Map-guided surgery,

Maze procedure, Biatrial incision procedure

Among 13 patients who underwent surgeries other than the Maze procedure for atrial fibrillation (af), two patients with atrial septal defect had a right atrial isolation procedure (RAIP) and eleven patients with mitral valve diseases had a map-guided biatrial incision procedure (BAIP). Following surgery, all patients with chronic af maintained sinus rhythm except for six patients with transient and brief af. The postoperative complications included each the development of sinus node dysfunction and atrioventricular block in two patients. These results support that simpler modified procedures are effective in managing af surgically.